

К. Ціолковскій.

Изслѣдованіе

міровыхъ пространствъ реактивными приборами

(дополненіе къ I и II части труда того-же названія).

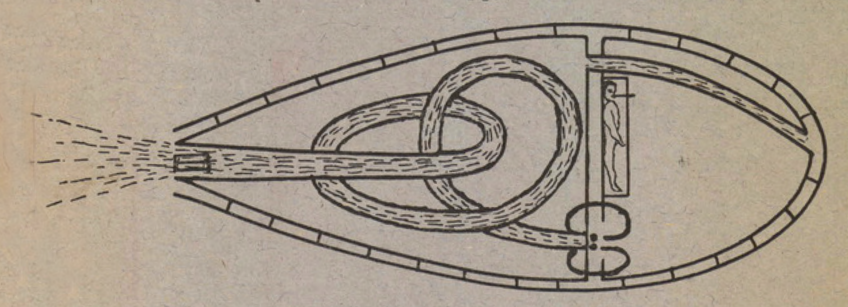


Схема „ракеты“.



ЦѢНА 15 КОП.

Калуга, Коровинская, д. № 61, К. Э. Ціолковскому.

ИЗДАНІЕ И СОБСТВЕННОСТЬ АВТОРА.

КАЛУГА.
Типографія С. А. Семенова, Никитскій пер., соб. д.
1914.

Интересующіеся реактивнымъ приборомъ для заатмосферныхъ путешествій и желающіе принять какое либо участіе въ моихъ трудахъ, продолжить мое дѣло, сдѣлать ему оцѣнку и вообще двигать его впередъ такъ или иначе,—должны изучить мои труды, которые теперь трудно найти; даже у меня только одинъ экземпляръ. Поэтому мнѣ хотѣлось бы издать въ полномъ видѣ и съ дополненіями **„Изслѣдованіе міровыхъ пространствъ реактивными приборами“.**

Пусть желающіе пріобрѣсти эту работу сообщатъ свои адреса. Если ихъ наберется достаточно, то я сдѣлаю изданіе съ расчетомъ, чтобы каждый экземпляръ (6—7 печатныхъ листовъ, или болѣе 100 страницъ) не обошелся дороже рубля.

Предупреждаю, что это изданіе весьма серьезно и будетъ содержать массу формулъ, вычисленій и таблицъ.

Для сближенія съ людьми сочувствующими моимъ трудамъ, сообщаю имъ мой адресъ:

Калуга, Коровинская, 61,

К. Э. Ціолковскому.

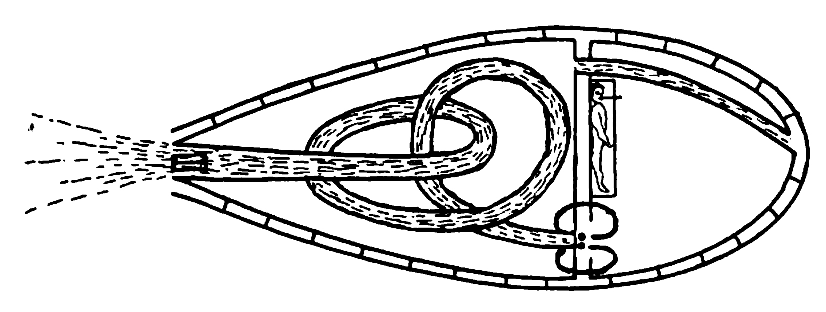


Схема „ракеты".

Изслѣдованіе міровыхъ пространствъ реактивными приборами.

(Дополненіе къ первой и второй части труда того-же названія).

К. Ціолковскаго.

Стремленіе проникнуть за атмосферу подобно желанію изучить морское дно, внутренность земной коры, открыть новую страну, изобрѣсти подводную лодку, летать по воздуху, улучшить жизнь, излѣчить болѣзнь, изучить небо.

Когдато всѣ эти желанія были дерзновенны и карались или осуждались многими. Но, конечно, напрасно, ибо эти желанія дали добрые плоды людямъ.

Давно доказано, что одинъ и тотъ же свѣтъ освѣщаетъ билліоны планетъ, имѣющихъ одинъ и тотъ же матеріальный составъ, т. е. тѣже, приблизительно, земли, руды, металлы, жидкости и атмосферы.

Всѣ милліоны солнцъ подобны между собою и есть только громадныя, не успѣвшіе еще остыть планеты—земли.

Все это—матеріальный міръ и ничто не мѣшаетъ намъ его изучать, проникать въ него и имъ пользоваться, какъ пользуемся мы благами Земли. Достигать ихъ есть удѣлъ человѣка.

Но есть другое небо—метафизическое, высшее, мысленное, въ какое мы проникнемъ, когда потеряемъ эту тѣлесную оболочку.

Есть другой міръ—духовный, который откроется намъ, когда мы кончимъ нашъ жизненный путь; этотъ міръ не доступенъ нашимъ чувствамъ, но онъ возникнетъ передъ нами въ свое время, когда мы предстанемъ передъ Нимъ. Сонъ нашей жизни прервется, протремъ мы свои духовные очи и увидимъ то, о чемъ сейчасъ не думаемъ.

Пока же мы живы, пока продолжается нашъ крѣпкій сонъ, мы не можемъ не думать о земномъ, о матеріальномъ, каково **видимое небо.**

Безчисленныя планеты—Земли есть острова безпредѣльнаго эфирнаго океана. Человѣкъ занимаетъ одинъ изъ нихъ. Но почему онъ не можетъ пользоваться и другими, а также и могуществомъ безчисленныхъ солнцъ!

Ему угодно, чтобы все Его твореніе было на благо человѣку и чтобы сонъ, въ которомъ пребываетъ человѣчество, имѣлъ значеніе, подобно тому какъ имѣетъ значеніе обыкновенный нашъ ночной сонъ, укрѣпляющій душу и тѣло. Пусть же и сонъ жизни будетъ свѣтелъ и радостенъ.

* * *

Первая часть этого труда, помѣщенная въ 5-ой книжкѣ „Научнаго Обозрѣнія" за 1903 г., кажется не обратила вниманія, если не считать изобрѣтателей, примѣнившихъ мои идеи къ военному дѣлу въ Швеціи въ 1905 г. и въ Сѣв. Америкѣ въ 1908 г.

Въ 1911—12 г., въ „Вѣстникѣ Воздухоплаванія", я помѣстилъ развитіе этихъ идей вмѣстѣ съ резюме I части.

Насколько мнѣ извѣстно, больше всего на эту работу обратилъ вниманія инж. техн. В. В. Рюминъ, редакторъ журнала „Электричество и Жизнь".

Въ № 36 журнала „Природа и Люди" за 1912 г. помѣщена была его статья: „На ракетѣ въ міровое пространство".

Привожу изъ нея то, что мнѣ кажется наиболѣе полезнымъ для моего дѣла.

Вотъ что онъ, между прочимъ, пишетъ.

„...Ціолковскій, въ солидной подкрѣпленной математическими формулами, научной работѣ далъ обоснованіе дѣйствительной возможности междупланетныхъ сношеній. Въ журналѣ „Вѣстникъ Воздухоплаванія" вотъ уже 2-й годъ печатается выдающаяся по интересу статья Ціолковскаго: „Изслѣдованіе міровыхъ пространствъ реактивными приборами". Сухое заглавіе, столбцы формулъ, масса числовыхъ данныхъ,—но какая сказочная мысль иллюстрирована этими формулами и цыфрами! Человѣкъ только вчера оторвавшійся отъ поверхности земли, дѣлающій еще первыя попытки завоеванія воздушныхъ путей сообщенія, уже поднялъ глаза къ мерцающимъ звѣздамъ, и гордая, смѣлая мысль озарила его мозгъ: „туда, все выше и выше, въ міровое пространство!".

„Пользуясь любезнымъ разрѣшеніемъ самого К. Э. Ціолковскаго, мнѣ хотѣлось бы популяризировать его оригинальную, выдающуюся по своей смѣлости, идею, сдѣлавъ ее доступной широкимъ кругамъ читателей. Ракета—вотъ тотъ экипажъ, который единственно возможенъ для путника, собирающагося отправиться въ міровое пространство, желающаго отдѣлиться не только отъ поверхности земли, но и преодолѣть силу ея притяженія. Новая, никѣмъ до сихъ поръ не высказанная, но и единственно вѣрная мысль. Ни пушка Жюль-Верна, ни уничтожающій притяженіе „кеворитъ",

придуманный (увы! только въ романѣ) Уэльсомъ, не въ состояніи рѣшить задачу установленія сношеній между тѣлами нашей солнечной системы. Только реактивный приборъ можетъ и преодолѣть притяженіе земли, и регулировать скорость движенія, и измѣнять направленіе въ пространствѣ, и притомъ—быть управляемымъ изнутри. Будущіе междупланетные путешественники—не пассивные пассажиры пушечнаго ядра, а въ полномъ смыслѣ слова автомобилисты мірового пространства...“

„...Увеличьте размѣры ракеты до размѣровъ вагона, устройте такъ, чтобы взрывы газообразующаго вещества регулировались по силѣ и по направленію выхода,—и у васъ въ рукахъ вѣрное средство для полета въ междупланетномъ пространствѣ. Всякій другой двигатель—колесный, гребной, винтовой—требуетъ присутствія твердой опорной поверхности или окружающей движущееся тѣло жидкой или газообразной среды; лишь реактивный приборъ можетъ не только перемѣщаться, но и измѣнять свою скорость и направленіе въ пространствѣ эфира“.

„Дѣло техники выработать конструкцію такого прибора,—но это уже, такъ сказать, второстепенное дѣло, важенъ данный Ціолковскимъ принципъ возможности осуществленія аппарата для завоеванія междупланетныхъ сферъ. Принципъ этотъ имъ строго обоснованъ математичеекими выводами. Начальная скорость, которую долженъ имѣть снарядъ, чтобы преодолѣть земное притяженіе, правда, поразительно велика въ сравненіи съ достигнутыми до сихъ поръ человѣкомъ,—не менѣе 11.170 метровъ въ секунду, т. е. свыше 10 верстъ“.

„Возможно ли достичь такой скорости? Невозможно сегодня, но, быть можетъ, станетъ возможнымъ завтра!...“

„При увеличеніи скорости до 11 километровъ въ секунду человѣкъ, не принявшій особыхъ мѣръ предосторожности, будетъ убитъ на мѣстѣ, расплющенъ о заднюю стѣнку своего воздушнаго экипажа. По инерціи его тѣло еще будетъ оставаться въ покоѣ въ моментъ, когда снарядъ взовьется ввысь—и дѣйствіе будетъ аналогично тому, какъ если бы этотъ снарядъ ударилъ въ спокойно стоящаго человѣка. Но реактивный приборъ и не нуждается въ развитіи максимальной скорости въ первый же моментъ движенія,—она можетъ возрастать постепенно. Кромѣ того, погруженіе путешественника въ жидкую несжимаемую среду можетъ ослабить дѣйствіе инерціи и дать ему возможность безвредно перенести моментъ отдѣленія отъ земли“.

„Далѣе, въ полетѣ пассажиру предстоитъ пріучиться къ невѣдомому на землѣ ощущенію отсутствія силы тяготѣнія“.

„Что касается обезпеченія путника кислородомъ для дыханія и пищевыми веществами, то это—вопросъ, почти не встрѣчающій затрудненій уже и въ наше время. Вѣдь, подъ рукой мірового путешественника будетъ без-

граничный запасъ лучистой энергіи въ видѣ солнечнаго свѣта, не затмѣваемаго на полъ-сутокъ толщей земного шара, какъ онъ привыкъ на поверхности послѣдняго...“

„Полное отсутствіе силы тяжести въ пути позволитъ выдвигать изъ стѣнъ вагона родъ закрытыхъ стеклами оранжерей для выращиванія растеній, могущихъ служить эмигрантамъ на ихъ многолѣтнемъ пути изъ одной солнечной системы въ другую.“

„Что касается „короткихъ“ переѣздовъ на ближайшія планеты, то при нихъ всегда можно обезпечить себя провіантомъ на прямой и обратный путь...“

„...Пусть идея нашего талантливаго соотечественника такъ и останется для человѣчества только идеей и никогда не будетъ приведена въ исполненіе,— одна мечта о ея осуществленіи уже является завоеваніемъ человѣческаго разума, какихъ еще не бывало донынѣ. И я лично твердо вѣрю, что все же когда-нибудь настанетъ время, когда люди,—быть можетъ, забывъ имя творца этой идеи,—понесутся въ громадныхъ реактивныхъ снарядахъ, и человѣкъ станетъ гражданиномъ всего безпредѣльнаго мірового пространства“.

Привожу тутъ слова и инж. Б. Н. Воробьева, редактора **Техники Воздухоплаванія** (органъ VII отд. Имп. Русск. Техн. Общ.), который говоритъ въ „Современномъ Мірѣ“ (1912 г.):

„Существуетъ до сихъ поръ еще мало разработанная отрасль воздухоплаванія при помощи реактивныхъ двигателей, т. е. по принципу полета ракеты, которая, какъ извѣстно летитъ и въ безвоздушномъ пространствѣ. Этотъ родъ воздухоплаванія, **строго научный** и отнюдь не являющійся фантазіею, позволитъ когда нибудь человѣку проникнуть за предѣлы земной атмосферы, въ далекую область многочисленныхъ окружающихъ нашу планету небесныхъ міровъ. Онъ открываетъ передъ человѣческимъ творчествомъ широчайшіе, положительно безконечные горизонты.

Я позволю себѣ поэтому закончить свою статью слѣдующими словами изъ полученнаго мною письма стариннаго русскаго работника по воздухоплаванію, изобрѣтателя Ціолковскаго, который давно уже разработываетъ вопросъ о названномъ только что способѣ воздухоплаванія: человѣчество не останется вѣчно на Землѣ, но въ погонѣ за свѣтомъ и пространствомъ сначала робко проникнетъ за предѣлы атмосферы, а затѣмъ завоюетъ себѣ все околосолнечное пространство.“

Въ 1913 г. инженеръ Эсно Пельтри, изобрѣтатель аэроплана „Репъ“, предсѣдатель французскаго общества воздухоплавательной промышленности, сдѣлалъ докладъ о возможности непосредственныхъ междупланетныхъ сношеній. Онъ также призналъ „Ракету“ наиболѣе цѣлесообразнымъ приборомъ для этой цѣли (см. „Природа и Люди“ № 4, 1914 г.). По поводу доклада Эсно Пельтри редакція журнала „Природа и Люди“ дѣлаетъ тутъ же слѣдующее примѣчаніе.

„Идея путешествовать въ міровомъ пространствѣ въ реактивномъ аппаратѣ не нова: еще въ 1891 г. русскій ученый, К. Э. Ціолковскій подробно разработалъ ее, а въ 1912 г. посвятилъ этому вопросу обстоятельную работу: „Изслѣдованіе міровыхъ пространствъ реактивными приборами". Въ свое время мы познакомили читателей со смѣлымъ проектомъ нашего соотечественника, на много опередившаго своихъ западныхъ собратьевъ. И вотъ, не прошло и года, какъ къ тому-же вопросу начинаютъ подходить на Западѣ съ практической стороны."

Прибавлю отъ себя, что несомнѣнное мое право на пріоритетъ начинается со времени опубликованія моихъ работъ, т. е. съ 1903 года, или за 10 лѣтъ до доклада Эспо Пельтри.

Наконецъ, 20-го ноября 1913 года, Я. И. Перельманъ, въ „Обществѣ Любителей Міровѣдѣнія", сдѣлалъ сообщеніе о возможности между-планетныхъ путешествій, **не забывъ и моихъ трудовъ.**

Краткое извлеченіе изъ этого сообщенія г. Перельманъ помѣстилъ въ „Современномъ Словѣ" (см. 1-го декабря 1913 года), гдѣ, между прочимъ, пишетъ (полное сообщеніе напечатано въ „Свободномъ Словѣ", № 1, 14 годъ):

„...Въ сторонѣ отъ всѣхъ фантастическихъ проектовъ стоитъ идея, высказанная нашимъ извѣстнымъ теоретикомъ воздуховлаванія—К. Э. Ціолковскимъ. Здѣсь передъ нами уже не измышленіе романиста, а научно разработанная и глубоко продуманная техническая идея, высказанная вполнѣ серьезно. К. Э. Ціолковскій указываетъ на единственный реальный путь осуществленія межпланетныхъ путешествій. Принципъ, на который опирается его проектъ—это давно извѣстный, но еще почти не использованный техникой принципъ реакціи, отдачи (проявляющійся, напримѣръ, при стрѣльбѣ). На этомъ основано устройство ракетъ—и межпланетный дирижабль Ціолковскаго, въ сущности, ничто иное, какъ огромная ракета."

„Отчего ракета взлетаетъ вверхъ? Ошибочно думать, что ракета летитъ, подобно пулѣ, или что она отталкивается отъ воздуха вытекающими изъ нея газами". Въ томъ-то и дѣло, что полетъ ракеты нисколько не зависитъ отъ воздуха и вообще отъ окружающей среды. Газы, образующіеся при сгораніи пороха въ трубкѣ ракеты, стремительно вытекаютъ внизъ,—а сама ракета силою реакціи (отдачи) отбрасывается въ обратномъ направленіи, т. е. вверхъ. Въ абсолютной пустотѣ ракета бы взлетѣла на еще большую высоту, такъ какъ воздухъ, вслѣдствіе тренія, только мѣшаетъ ея полету. Если вы вообразите себѣ ракету колосальныхъ размѣровъ, съ камерой для людей, могущихъ по желанію регулировать истеченіе газовъ—вы получите наглядное представленіе объ управляемомъ небесномъ снарядѣ Ціолковскаго."

„Преимущества такого снаряда очевидны. Во-первыхъ, онъ въ полномъ смыслѣ слова управляемъ, ибо, регулируя скорость и направленіе истеченія газовъ, пассажиры могутъ по желанію измѣнять быстроту и направленіе

своего движенія. Во-вторыхъ, наростаніе скорости происходитъ здѣсь не внезапно (какъ въ ядрѣ Жюля Верна), а постепенно, по мѣрѣ истеченія газовъ,—такъ что пассажирамъ не грозитъ опасность быть раздавленными собственнымъ вѣсомъ."

„Ціолковскій разрабатываетъ свой проектъ уже болѣе 20-ти лѣтъ. Правда, онъ еще настолько далекъ отъ практическаго осуществленія, что не вылился даже въ конкретную форму, но принципъ указанъ совершено правильно. Любопытно, что извѣстный французскій авіаторъ и конструкторъ, инженеръ Эсно Пельтри недавно выступилъ въ Парижѣ съ докладомъ о возможности достичь луны на аппаратѣ, основанномъ именно на этомъ принципѣ. Очевидно, идея реактивнаго прибора для межпланетныхъ путешествій въ наши дни, какъ говорятъ, „носится въ воздухѣ".

„Главное и, пожалуй, даже единственное препятствіе къ немедленному осуществленію реактивнаго небеснаго дирижабля—это отсутствіе достаточно сильнаго взрывчатаго вещества. Мы еще не знаемъ источника, который при современномъ состояніи техники способенъ былъ бы развить силу, достаточную для движенія такой огромной ракеты. Но вспомнивъ, что въ такомъ же положеніи были всего четверть вѣка тому назадъ первые піонеры авіаціи: принципъ летанія былъ указанъ правильно, и остановка была лишь за достаточно могучимъ двигателемъ. Нѣтъ ничего невозможного въ томъ, что не сегодня-завтра будетъ найденъ необходимый источникъ энергіи—двигатель будущихъ небесныхъ дирижаблей. Тогда заманчивая мечта о достиженіи иныхъ міровъ, о путешествіи на луну, на Марсъ или Сатурнъ, превратится, наконецъ, въ реальную дѣйствительность. Воздухъ, необходимый для дыханія, нетрудно будетъ взять съ собой (въ видѣ хотя бы жидкаго кислорода), точно такъ же, какъ и аппараты для поглощенія выдыхаемой углекислоты. Точно также, конечно, вполнѣ мыслимо снабдить небесныхъ путешественниковъ достаточнымъ запасомъ пищи, питья и т. п. Съ этой стороны едва ли могутъ представится серьезные препятствія для путешествія, напримѣръ, на луну, а современемъ—и на планеты."

„Итакъ, если намъ суждено когда-нибудь вступить въ непосредственное сообщеніе съ другими планетами, включить ихъ въ сферу своей добывающей промышленности, быть можетъ, даже колонизовать иные міры, если астрономія превратится когда-нибудь въ „небесную географію и геологію",—словомъ, если земному человѣчеству суждено вступить въ новый „вселенскій" періодъ своей исторіи, то осуществится это, всего вѣроятнѣе, при помощи исполинскихъ ракетъ и вообще реактивныхъ приборовъ. Это единственное намѣчающееся въ настоящее время практическое разрѣшеніе проблемы межпланетныхъ путешествій."

О сообщеніи г. Перельмана даны отчеты во многихъ газетахъ и журналахъ (См. „Рѣчь", № 320; „Бирж. Вѣд.", № 275; „Прир. и Люди", № 8; „Бюллетени Лит. и ж.", № 7; „Новое Вр."; „Электрич. и ж."; „Физикъ—Любитель").

Я ищу поддержки моимъ стремленіямъ быть полезнымъ, и вотъ почему привожу тутъ все мнѣ извѣстное, что можетъ внушить довѣріе къ моимъ трудамъ.

Тяжело работать въ одиночку, многія годы, при неблагопріятныхъ условіяхъ и не видѣть ни откуда просвѣта и содѣйствія.

Изъ всѣхъ статей о „ракетѣ“ всетаки видно, что мы очень далеки съ нашими современными техническими средствами отъ достиженія требуемой скорости.

Здѣсь я хотѣлъ бы, въ свою очередь, популяризовать свои мысли, сдѣлать нѣкоторыя къ нимъ поясненія и опровергнуть взглядъ на „ракету“, какъ на что то **чрезмѣрно** далекое отъ насъ.

Вотъ нѣкоторыя изъ теоремъ, доказанныхъ мною ранѣе, здѣсь же я буду ихъ только пояснять, если онѣ несовсѣмъ убѣдительны.

Теорема 1. Пусть сила тяжести не уменьшается съ удаленіемъ тѣла отъ планеты. Пусть это тѣло поднялось на высоту, равную радіусу планеты; тогда оно совершитъ работу, равную той, которая необходима для полнаго одолѣнія силы тяжести планеты.

Для земли, напр., и тонны вещества эта работа равна 6.366.000 тонно-метровъ. Если снарядъ, какъ у Эсно Пельтри, работаетъ 24 минуты и вѣситъ тонну, то не трудно разсчитать, что въ секунду его двигатель долженъ давать „ракетѣ“ работу въ 4.420 тонно-метровъ, или 58.800 лошад. силъ, а не 400.000, какъ разсчитываетъ Эсно Пельтри *).

У меня взрываніе быстрѣе и продолжается только 110 сек. Такимъ образомъ, въ секунду снарядъ вѣсомъ въ тонну долженъ выдѣлять 57.870 тонно-метровъ, что составляетъ 771.600 лошадиныхъ силъ. Всѣ, конечно, скажутъ: возможно ли это?! Снарядъ вѣсомъ всего въ тонну, или 61 пудъ выдѣляетъ чуть не милліонъ лошадиныхъ силъ!!

Самые легчайшіе двигатели не выдѣляютъ въ настоящее время на тонну (1.000 килом.) своего вѣса не болѣе 1.000 лош. силъ.

Но дѣло въ томъ, что здѣсь рѣчь идетъ не объ обычныхъ двигателяхъ. а о снарядахъ, подобныхъ пушкѣ.

Представьте себѣ пушку длиною въ 10 метровъ, выбрасывающей снарядъ въ тонну вѣсомъ, со скоростью 1 километра въ секунду.

Это не далеко отъ дѣйствительности. Какова же работа, произведенная взрывчатымъ веществомъ и полученная ядромъ? Нѣтъ ничего легче, какъ разсчитать, что она составляетъ около 50.000 тонно-метровъ — и это въ теченіе малой доли секунды. Средняя скорость ядра въ пушкѣ не менѣе 500 метр. въ 1 сек. Слѣдовательно, пространство въ 10 метровъ ядро пробѣгаетъ въ $^1/_{50}$ сек. **Значитъ работа пушки въ секунду составитъ 2.500.000 тонно-метровъ, или около 33.300.000 лошад. силъ.**

---

*) См. статью К. Е. Вейгелина, „Природа и Люди“, № 4, 1914 г. Безъ сомнѣнія я тутъ исправляю опечатки, а не ошибки Эсно Пельтри.

Отсюда видно, что полезная работа артиллерійскаго орудія въ 566 разъ больше, чѣмъ требуетъ ракета Эсно Пельтри и въ 43 раза больше, чѣмъ мой реактивный приборъ.

Итакъ, въ количественномъ отношеніи, нѣтъ ничего общаго между реактивными снарядами и обыкновенными моторами.

Теорема 2. Въ средѣ безъ тяжести окончательная скорость „ракеты", при постоянномъ направленіи взрыванія, не зависитъ отъ силы и порядка взрыванія, а только отъ количества взрывчатаго матеріала (по отношенію къ массѣ „ракеты"), его качества и устройства взрывчатой трубы.

Теорема 3. Если количество взрывчатаго матеріала равно массѣ „ракеты", то почти половина работы взрывчатаго вещества передается ракетѣ. Этому легко повѣрить—стоитъ только вообразить два одинаковыхъ по массѣ шара и между ними распрямляющуюся пружину. Она раздѣлитъ, при распрямленіи между шарами, поровну заключенную въ ней работу.

Если, напр., имѣемъ ядро съ трубой и вырывающуюся изъ нея такую же массу водорода при нулевой температурѣ, то скрывающаяся энергія водорода раздѣлится пополамъ, причемъ одна половина передастся ядру. Скорость **молекулъ** водорода, какъ извѣстно, составляетъ около двухъ километровъ въ секунду. Поэтому ядро получитъ скорость около 1.410 метровъ въ секунду. Но если принять въ расчетъ теплоемкость водорода или вращательное движеніе двухъ атомовъ, изъ которыхъ состоитъ каждая молекула водорода, то ядро получитъ около 2 киллометровъ скорости въ секунду.

Послѣ этого уже не трудно повѣрить моимъ расчетамъ, по которымъ выходитъ, что при химическомъ соединеніи водорода съ кислородомъ, скорость новообразованнымъ молекулъ воды, вырывающихся изъ неподвижной трубы составляетъ болѣе 5 километровъ въ секунду; слѣдовательно, скорость, полученная подвижной трубой такой же массы, болѣе $3^{1}/_{2}$ килом. въ секунду. Дѣйствительно, если бы вся теплота горѣнія передалась соединенію, т. е. водяному пару, то температура его достигла бы 10.000° ц. (если бы не было его расширенія); при этомъ скорость частицъ пара будетъ, приблизительно, въ 6 разъ больше, чѣмъ при нулѣ (+273° абсол. темп.).

Скорость молекулъ водяного пара при нулѣ, какъ извѣстно, болѣе 1 килом. въ секунду: слѣдовательно, при образованіи пара изъ кислорода и водорода развивается, благодаря химической реакціи, скорость до 6 килом. въ секунду.

Я, конечно, только дѣлаю грубую и наглядную провѣрку моихъ прежнихъ вычисленій.

Итакъ, когда масса гремучаго газа равна массѣ „ракеты", то секундная скорость ея въ $3^{1}/_{2}$ километра весьма естественна и число это очень скромное.

Теорема 4. **Когда масса ракеты плюсъ масса взрывчатыхъ веществъ, имѣющихся при реактивномъ приборѣ, возрастаетъ въ геометрической прогрессіи, то скорость „ракеты" увеличивается въ прогрессіи ариѳметической.**

Этотъ законъ выразимъ двумя рядами чиселъ:

масса: 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128...

скор.: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7...

Положимъ, напр., что масса ракеты и взрывчатыхъ веществъ составляетъ 8.

Я отбрасываю 4 единицы взрывч. вещ. и получаю скорость, которую мы примемъ за единицу.

Затѣмъ я отбрасываю 2 единицы взрывч. матеріала и получаю еще единицу скорости; наконецъ отбрасываю послѣднюю единицу массы взрывчатыхъ веществъ и получаю еще единицу скорости: всего 3 единицы скорости.

Изъ этой теоремы видно, что скорость далеко не пропорціональна массѣ взрывчатаго матеріала: она растетъ весьма медленно **но безпредѣльно**.

Есть наиболѣе выгодное относительное количество взрывчатыхъ веществъ, при которомъ ихъ энергія используется лучше всего. Это число близко къ 4.

Но абсолютныя скорости „ракеты" всетаки тѣмъ больше, чѣмъ запасъ взрывчатыхъ веществъ значительнѣе. Вотъ запасъ этого матеріала и соотвѣтствующія секундныя скорости въ километрахъ:

1, 3, 7, 15, 31, 63, 127, 256... (Масса взрывч. матеріала).

$3^1/_2$; 7; $10^1/_2$; 14; $17^1/_2$; 21; $24^1/_2$; 28... (Скорости).

Теорема 5. **Въ средѣ тяжести, напр. на землѣ, при вертикальномъ поднятіи „ракеты", часть работы взрывчатыхъ веществъ пропадаетъ—и тѣмъ большая часть, чѣмъ ближе давленіе вырывающихся газовъ на ракету, къ вѣсу послѣдней.**

Если, напр., „ракета" со всѣмъ содержимымъ вѣситъ тонну и давленіе взрывчатыхъ веществъ на снарядъ тоже составляетъ тонну, то утилизаціи нѣтъ, или она равна нулю, т. е. взрываніе безрезультатно, такъ какъ „ракета" стоитъ на одномъ мѣстѣ и энергія ей не передается.

Вотъ почему въ моихъ проектахъ давленіе на „ракету" я принимаю въ 10 разъ большимъ, чѣмъ вѣсъ снаряда со всѣмъ въ немъ находящимся.

Эсно Пельтри, принимая вѣсъ ракеты въ одну тонну (61 пудъ), на взрывчатыя вещества отдѣляетъ одну треть, или 20 пудовъ. Если это радій, притомъ отдѣляющій свою энергію въ милліоны разъ быстрѣе, **чѣмъ это есть на самомъ дѣлѣ**, то межпланетные полеты обезпечены.

Я самъ мечталъ о радіи. Но въ послѣднее время я произвелъ вычисленія, которыя мнѣ показали, что если направить частицы (альфа и бета), выдѣляемыя радіемъ, въ одну сторону, параллельнымъ пучкомъ, то вѣсъ его уменьшается, приблизительно, на одну милліонную долю его собственнаго вѣса...

Послѣ этого я бросилъ мысль о радіи. Всякія открытія возможны, и мечты неожиданно могутъ осуществиться, но мнѣ бы хотѣлось стоять, по возможности, на практической почвѣ.

Эсно Пельтри вычисляетъ, что 20 пудовъ гремучаго газа могутъ передать „ракетѣ“ только $^1/_{130}$ требуемой работы, необходимой для освобожденія отъ силы тяжести.

По моимъ расчетамъ передается даже меньшая часть, именно только $^1/_{540}$. Причина не только въ томъ, что относительное количество ($^1/_3$) взрывчатыхъ веществъ незначительно, но главнымъ образомъ еще въ томъ, что давленіе газовъ на снарядъ у Эсно Пельтри принимается лишь на **одну десятую** превышающимъ вѣсъ „ракеты“. Эта разница въ 100 разъ меньше, чѣмъ какую принимаю я.

На основаніи послѣдней теоремы (5) мы видѣли, что взрываніе въ средѣ тяжести можетъ быть даже безрезультатнымъ, если давленіе газовъ на приборъ будетъ равно его вѣсу.

Дѣйствительно, относительное количество взрывчатыхъ веществъ ($^1/_3$) у Эсно Пельтри далеко отъ наиболѣе благопріятнаго (4); поэтому, согласно моимъ таблицамъ, снарядъ пріобрѣтаетъ скорость не болѣе $1^1/_2$ килом. въ секунду—и то при давленіи газовъ, какъ у меня. Но такъ какъ у него это давленіе въ 9 разъ меньше, то утилизируется въ 10 разъ меньше и скорость будетъ только около 0,5 килом. Для одолѣнія же земной тяжести нужно имѣть болѣе 11 килом. въ секунду; слѣдовательно, скорость должна быть въ 22 раза больше, а энергія, потребная для этого, будетъ въ 484 раза больше.

Опять повторяю, что ошибки, замѣченныя мною въ докладѣ Эсно Пельтри, есть, вѣроятно, простыя опечатки, какъ это часто бываетъ; но думаю, что небезполезно ихъ исправить.

Успѣшное построеніе реактивнаго прибора и въ моихъ глазахъ представляетъ громадныя трудности и требуетъ многолѣтней предварительной работы и теоретическихъ и практическихъ изслѣдованій, но все-таки эти трудности не такъ велики, чтобы ограничится мечтами о радіи и о несуществующихъ пока явленіяхъ и тѣлахъ.

Можно ли забрать потребный запасъ взрывчатыхъ веществъ, превышающій вѣсъ „ракеты“ въ десятки разъ?

Представимъ себѣ, что половина удлиненной веретенообразной „ракеты“ заполнена жидкими свободно испаряющимися взрывчатыми веществами.

Эти вещества находятся подъ вліяніемъ усиленной относительной тяжести, вслѣдствіе ускореннаго движенія „ракеты“ и потому стѣнки послѣдней испытываютъ отъ жидкостей давленіе большее, чѣмъ при неподвижномъ положеніи ракеты на землѣ. Расчеты показываютъ, что при стальномъ матеріалѣ, при надежной (6) прочности, при „ракетѣ“ длиною въ 10 метровъ и при тяжести, превышающей земную въ 5 разъ, вѣсъ взрывчатыхъ ве-

ществъ можетъ быть въ 50 разъ больше вѣса „ракеты“ съ остальнымъ содержимымъ. И это при самомъ заурядномъ матеріалѣ и большомъ запасѣ прочности. Теорія также показываетъ, что, при увеличеніи размѣровъ „ракеты“, относительный запасъ взрывчатыхъ веществъ убываетъ и наоборотъ. Поэтому выгоднѣе давать „ракетѣ“ возможно малые размѣры. 10 м. длины— величина вполнѣ достаточная.

Другой важный вопросъ—о температурѣ взрывающихся матеріаловъ.

Расчеты показываютъ, что при свободномъ (какъ въ нашей взрывной трубѣ) расширеніи продуктовъ соединенія гремучаго газа, наибольшая температура ихъ должна достигать 8.000° Цельсія.

Но на практикѣ, въ горящемъ гремучемъ газѣ даже не плавится известь. Слѣдовательно, температура далеко не такъ высока. Причина въ явленіи диссоціаціи.

Когда водородъ и кислородъ начинаютъ химически соединяться, то температура настолько повышается, что препятствуетъ большой части молекулъ образовать химическое соединеніе, такъ какъ при высокой температурѣ оно невозможно. Вода начинаетъ разлагаться на водородъ и кислородъ уже при 1000° Цельсія. Девиль нашелъ температуру разложенія водяного пара отъ 900 до 2500°. Поэтому можно думать, что наибольшая температура горящаго гремучаго газа не превышаетъ 2500° Цельсія.

Не такъ уже непреодолимо разысканіе матеріаловъ, выдерживающихъ такую температуру.

Вотъ нѣкоторыя извѣстныя мнѣ температуры плавленія тѣлъ: никкель— 1500, желѣзо—1700, индій—1760, паладій—1800, платина—2100, иридій—2200, осмій—2500, вольфрамъ—3200, углеродъ—не расплавленъ даже при 3500° Цельсія. Съ одной стороны взрывная труба должна усиленно охлаждаться, съ другой изслѣдователи должны изыскивать вещества и прочныя и тугоплавкія.

Изысканія должны быть также направлены съ цѣлью найти наиболѣе подходящія вещества для взрыванія. Изъ всѣхъ извѣстныхъ химическихъ реакцій наибольшое количество теплоты даетъ соединеніе водорода съ кислородомъ.

Вотъ сколько выдѣляется тепла на **единицу вѣса взятыхъ веществъ** при соединеніи ихъ съ кислородомъ. Водородъ при образованіи воды даетъ— 34180, а при образованіи пара—28780, уголь при образ. углекислаго газа— 8080, углеводороды отъ 10 до 13 тысячъ калорій. Но намъ важны не эти числа, а тѣ которыя приходятся на единицу массы продуктовъ горѣнія: только они даютъ намъ представленіе о пригодности для „ракеты“ горючихъ матеріаловъ. На единицу массы паровъ воды найдемъ калорій—3200, углекислаго газа—2200, бензина—2370. Вообще, углеводороды при горѣніи, на единицу своей массы, даютъ число большее, чѣмъ для углерода, т. е.

большее 2200, но недоходящее до 3200. Чѣмъ больше въ углеводородѣ водорода, тѣмъ выгоднѣе онъ для „ракеты“. Нельзя брать матеріалы, дающія нелетучіе продукты, какъ напримѣръ окись кальція, или известь.

Одинъ изъ газовъ въ жидкомъ видѣ, именно предпочтительно кислородъ, полезенъ, какъ средство охлаждающее взрывную трубу. Водородъ же въ жидкомъ видѣ можетъ быть замѣненъ жидкими или легко сгущающимися въ жидкость углеводородами. Надо искать такія соединенія водорода съ углеродомъ, которыя содержа возможно больше водорода, образовались, при своемъ полученіи изъ элементовъ съ поглощеніемъ теплоты, какъ напр. ацетиленъ, который, къ сожалѣнію, мало содержитъ водорода. Въ послѣднемъ отношеніи больше удовлетворяетъ терпентинъ, или скипидаръ и еще больше метилъ, или болотный газъ; послѣдній нехорошъ тѣмъ, что трудно сгущается въ жидкость.

Подобныя же соединенія не мѣшаетъ отыскивать и для кислорода.

Надо найти непрочныя соединенія его съ самимъ собою (въ родѣ озона) или съ другими тѣлами, которыя бы давали прочныя и летучія продукты при соединеніи съ элементами углеводорода, притомъ съ большимъ выдѣленіемъ тепла.

Если для „ракеты“ вмѣсто водорода употребимъ бензолъ, или бензинъ, то для того случая, когда м сса взрывчатыхъ матеріаловъ равна массѣ „ракеты“ съ ея остальнымъ содержимымъ, найдемъ скорость вылетающихъ изъ трубы частицъ не въ 5700 метровъ, а только въ 4350. А скорость „ракеты“ будетъ только 3100 метровъ въ 1 сек. Поэтому теперь получимъ такую таблицу массъ взрывчатаго матеріала и скоростей ракеты:

Масса: 1, 3, 7, 15, 31, 63, 127...

Скорость въ километрахъ: 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21...

Этихъ скоростей также достаточно и для междузвѣздныхъ путешествій.

Углеводороды выгодны, потому что даютъ очень летучіе продукты: водяной паръ и углекислый газъ; кромѣ того жидкій углеводородъ, при обыкновенной температурѣ, не поглощаетъ значительнаго количества теплоты при своемъ нагрѣваніи, какъ жидкій и очень холодный чистый водородъ.

Важенъ вопросъ о вѣсѣ взрывной трубы. Для этого нужно знать давленіе газовъ внутри ея. Вопросъ этотъ очень сложный и требуетъ обстоятельнаго математическаго изложенія (и я его подготовляю для печати). Здѣсь-же мы его только слегка коснемся.

Представимъ себѣ начало взрывной трубы, куда въ опредѣленномъ отношеніи притекаютъ газы въ жидкомъ видѣ (хоть водородъ и кислородъ). Только часть атомовъ вступаетъ въ химическое соединеніе, потому что повысившаяся до 2500° температура мѣшаетъ соединенію прочихъ атомовъ. Предполагая плотность смѣси газовъ въ единицу, найдемъ что упругость ихъ, принимая въ расчетъ высокую ихъ температуру, не привысить 5 тысячъ атмосферъ, или около 5000 килограмъ на кв. сант. поверхности трубы въ самомъ ея началѣ.

При движеніи газовъ въ трубѣ и ихъ расширеніи, температура ихъ должна бы понизится; но этого нѣкоторое время не будетъ, такъ какъ понизившаяся температура сейчасъ-же дастъ возможность продолжится

химической реакціи, что опять повысить температуру до 2500°. Итакъ, до нѣкоторой степени расширенія газовъ, ихъ температура остается постоянной, такъ какъ возстановляется теплотою горѣнія.

Послѣ полнаго соединенія атомовъ и образованія водяного пара, начнется быстрое пониженіе температуры. Вычисленіе показываетъ, что при ушестеренномъ увеличеніи объема, абсолютная температура понижается вдвое. На этомъ основаніи составимъ слѣдующую таблицу расширеній и соотвѣтствующихъ абсолютныхъ и обыкновенныхъ температуръ (приблиз.).

Расширеніе	1,	6,	36,	216,	1296,	7776,
Темп. абсол.	2800	1400	700	350	175	87
Темп. Цельсія....	+2500	+1100	+400	+50	—125	—213

Изъ этого видно, что при расширеніи разъ въ 200 уже выдѣляется почти вся теплота, превращающаяся въ работу поступательнаго движенія газовъ и „ракеты". При дальнѣйшемъ расширеніи паръ обращается въ жидкость и даже, въ кристалы льда, мчащіеся съ поразительной быстротой изъ трубы.

Такъ вотъ какова грубая картина явленій во взрывной трубѣ.

Положимъ, для простоты, что она цилиндрической формы, и опредѣлимъ ея наибольшую толщину и площадь дна.

Пусть вѣсъ „ракеты" съ человѣкомъ и всѣми ея органами и запасами, кромѣ запаса взрывчатыхъ веществъ, составитъ одну тону; ихъ количество примемъ въ 9 тонъ.

Давленіе на „ракету" положимъ въ 5 разъ больше ея вѣса. Относительная ея тяжесть и всѣхъ предметовъ въ ней будетъ 5, т. е. въ 5 разъ больше тяжести на землѣ. Человѣкъ долженъ быть, въ лежачемъ положеніи, погруженъ въ футляръ съ водой. При этомъ можно ручаться за полную безопасность его тѣла.

Итакъ, давленіе газовъ на „ракету" или на дно трубы составитъ 50 тонъ, или 50000 килограмовъ. А такъ какъ газы въ началѣ трубы даютъ 5000 килограмовъ давленія на кв. сантиметръ, то площадь основанія трубы составитъ 10 кв. сант. Толщину стѣнокъ трубы, принимая лучшую сталь и обычную безопасность (6), вычислимъ равной 4,5 сант. при внутреннемъ діаметрѣ въ 3,6 сант. Значитъ, внѣшній діаметръ будетъ менѣе 13 сант., а внутренній менѣе 4 сант.

Вѣсъ 1 дециметра такой трубы будетъ около 10 килограмъ, а одного метра—100 килограмъ; но не надо забывать, что вѣсъ трубы долженъ быстро убывать при удаленіи отъ ея начала, такъ какъ газы быстро расширяются и давленіе ихъ пропорціонально уменьшается, не говоря уже про пониженіе температуры, которое начинается не сразу, но отступя нѣсколько отъ начала трубы.

Всетаки видно, что труба поглащаетъ очень много изъ вѣса „ракеты". Поэтому изысканія должны быть также направлены въ сторону отысканія матеріаловъ, гораздо болѣе крѣпкихъ, чѣмъ обычная сталь, которая мо-

жетъ и не удовлетворить нашимъ цѣлямъ, помимо ея легкоплавкости.

Опредѣленіе полнаго вѣса трубы безъ высшей математики затруднительно. Оставляемъ этотъ вопросъ до болѣе обстоятельнаго трактата.

Взрывчатые матеріалы надо какимъ либо способомъ вдавливать въ трубу; на это требуется громадная работа, составляющая одну изъ трудностей дѣла. Но не надо закрывать глаза. Если „ракета" вѣситъ тону, взрывчатый матеріалъ—9 т., ускореніе „ракеты"—50 м. въ секунду, то давленіе на нее, при наклонномъ (болѣе выгодномъ) восхожденіи составитъ около 50 тонъ. Начальная упругость газовъ и давленіе на дно трубы будетъ 50 тонъ. Давленіе газовъ на 1 кв. сант. мы приняли въ 5 тонъ. Теперь, изъ этихъ данныхъ, найдемъ что для полученіи скорости въ 10 килом. въ секунду, взрываніе должно продолжаться около 200 сек.; трубѣ мы должны доставлять въ секунду около 45 кило взрывчатаго матеріала.

Скорость ихъ теченія, предполагая ихъ среднюю плотность въ единицу, будетъ около 45 метровъ въ сек. Работа ихъ вталкиванія, при огромномъ давленіи въ устьѣ, составитъ работу въ 2250 тоно-метровъ въ теченіи одной секунды, что составитъ 30.000 паровыхъ лошадей!!

Получили результатъ немыслимый для двигателей при настоящемъ состояніи техники. Поэтому отъ накачиванія обыкновенными способами надо отказаться. Всего проще—вкладывать въ трубу извѣстный зарядъ и дать ему взорваться и улетучиться. Затѣмъ, при отсутствіи давленія въ трубѣ, вдвинуть другой зарядъ и т. д. Это должна производить машина и притомъ съ необыкновенной быстротой. Затрудненія мы видимъ и тутъ.

Замѣтимъ, что **полезная** работа взрывчатыхъ веществъ, въ нашемъ снарядѣ, въ среднемъ, будетъ не менѣе 400.0000 лошадиныхъ силъ, что составляетъ въ 13 разъ болѣе работы вдавливанія взрывчатаго матеріала въ трубу. Нельзя ли вдавливать этотъ матеріалъ работою самаго взрыванія, какъ инжекторъ Жиффара вдавливаетъ воду въ паровикъ силою давленія находящагося въ немъ пара??

У самаго устья трубы должно быть отвѣтвленіе, по которому газы поворачиваютъ опять къ устью и, въ силу своей быстроты, втягиваютъ и вталкиваютъ взрывчатый матеріалъ непрерывной струей въ самое устье взрывной трубы.

Безъ сомнѣнія, было бы это осуществимо, еслибы нашлись подходящіе по тугоплавкости и крѣпости строительные матеріалы.

Если принять во вниманіе громадную силу давленія газовъ на „ракету", достигающую 5 тонъ и болѣе на тону „ракеты", то вопросъ объ управленіи ракетой не покажется легкимъ. Сгибая выходный конецъ взрывной трубы и измѣняя тѣмъ направленіе вылетающихъ газовъ, мы вызываемъ боковое давленіе и измѣненіе положенія ракеты. Но общее давленіе на нее такъ велико, что прежде чѣмъ вы повернете раструбъ (или руль въ немъ), ракета уже получила сильное уклоненіе или даже перевернулась. Ракетамъ и вообще снарядамъ, построеннымъ для военныхъ цѣлей, ради устойчивости въ направленіи, придаютъ быстрое вращательное движеніе вокругъ продольной оси. Съ нашей „ракетой" этого сдѣлать нельзя, потому что вращеніе вызоветъ центробѣжную силу, отъ которой постра-

даетъ живое существо. Но можно достигнуть устойчивости, если въ „ракетѣ“ помѣстить два быстро вращающихся тѣла, оси вращенія которыхъ взаимно перпендикулярны. Это увеличитъ вѣсъ „ракеты“, что непривлекательно. Можно проще и экономнѣе достигнуть того-же, если взрывной трубѣ придать нѣсколько оборотовъ (см. черт.); одни обороты будутъ параллельны продольной оси „ракеты“, а другія перпендикулярны. Хотя масса струи газовъ и ничтожна, но вознаградитъ ее поразительная скорость ихъ, достигающая 5 кило въ секунду.

Если, напр., плотность газовъ въ 400 разъ меньше плотности вращающагося диска, а скорость ихъ въ 20 разъ больше скорости диска, то сопротивленіе вращенію „ракеты“, благодаря дѣйствію газовъ, будетъ такое же, какъ и отъ диска, при одинаковыхъ массахъ.

Даже въ средѣ образованныхъ людей представленія о явленіяхъ въ „ракетѣ“, при ея восхожденіи, очень смутны. У писателей—фантазеровъ описанія относительныхъ явленій или отсутствуютъ, или невѣрны.

Кажущаяся тяжесть въ „ракетѣ“ зависитъ отъ ускоренія, получаемаго ею отъ давленія газовъ. Такъ, если ускореніе „ракеты“ 50 метровъ въ сек., то относительная тяжесть въ ней будетъ въ 5 разъ больше земной, такъ какъ ускореніе послѣдней составляетъ 10 метровъ. Поэтому, во время взрыванія, въ ракетѣ будетъ усиленная тяжесть въ теченіи 3—4 минутъ; послѣ прекращенія взрыванія—тяжесть какъ бы уничтожится, такъ какъ ускореніе отъ взрыванія будетъ нуль. Усиленную тяжесть можно легко перенести, погрузившись въ крѣпкій футляръ человѣческой формы, вмѣщающій очень немного воды. Должны быть произведены предварительные опыты съ помощью большой центробѣжной машины, также рождающей относительную тяжесть.

Такіе же опыты нужно произвести съ цѣлью выработать условія, необходимыя для дыханія и питанія человѣка, при окружающемъ „ракету“ безвоздушномъ пространствѣ.

Вышеприведенное уже даетъ представленіе объ устройствѣ реактивнаго снаряда для космическихъ путешествій. Теперь всего умѣстнѣе указать на схематическій чертежъ „ракеты“ и привести соотвѣтствующее описаніе (см. черт. на 1-й страницѣ).

Лѣвая, задняя, кормовая половина „ракеты“ состоитъ изъ двухъ камеръ, раздѣленныхъ не обозначенной на чертежѣ перегородкой.

Первая камера содержитъ жидкій свободно испаряющійся кислородъ. Онъ имѣетъ очень низкую температуру и окружаетъ часть взрывной трубы и другія детали, подверженныя высокой температурѣ.

Другое отдѣленіе содержитъ углеводороды въ жидкомъ видѣ. Двѣ черныхъ точки въ низу (почти посрединѣ) означаютъ поперечное сѣченіе трубъ, доставляющихъ взрывной трубѣ взрывчатыя матеріалы. Отъ устья взрывной трубы (см. кругомъ двухъ точекъ) отходятъ двѣ вѣтки съ быстро мчащимися газами, которые увлекаютъ и вталкиваютъ жидкіе элементы взрыванія въ устье, подобно инжектору Жиффара, или пароструйному насосу.

Свободно испаряющійся жидкій кислородъ въ газообразномъ и холодномъ состояніи обтекаетъ промежуточное пространство между двумя оболочками „ракеты“ и тѣмъ препятствуетъ нагрѣванію внутренности

„ракеты“ при быстромъ движеніи ея въ воздухѣ.

Взрывная труба дѣлаетъ нѣсколько оборотовъ вдоль „ракеты“, параллельно ея продольной оси и затѣмъ нѣсколько оборотовъ перпендикулярно къ этой оси. Цѣль—уменьшить вертлявость „ракеты“, или облегчить ея управляемость. Эти обороты быстро движущагося газа замѣняютъ массивные вращающіеся диски. Правое носовое изолированное, т. е. замкнутое со всѣхъ сторонъ помѣщеніе заключаетъ:

1. Газы и пары, необходимые для дыханія. 2. Приспособленія для сохраненія живыхъ существъ отъ упятеренной или удесятиренной силы тяжести. 3. Запасы для питанія. 4. Приспособленія для управленія, не смотря на лежачее положеніе въ водѣ. 5. Вещества, поглощающія углекислый газъ, міазмы и вообще всѣ вредные продукты дыханія.

Сдѣлаемъ здѣсь еще грубые расчеты для сравненія артиллерійскихъ орудій съ ракетной трубой.

Хотя я и читалъ, что ядра при опытахъ получали скорость до 1.200 метровъ въ 1 сек., но на практикѣ довольствуются скоростью въ 500 метровъ. При этомъ, не считая сопротивленія воздуха, ядро, двигаясь вертикально, поднимается на высоту $12^1/_2$ километровъ. При полетѣ подъ угломъ въ 45^0, оно проходитъ наибольшее разстояніе въ горизонтальномъ направленіи, именно 25 килом. (23 в.). Летитъ ядро въ первомъ случаѣ около 100 сек., во второмъ—70.

При скорости же въ 1.000 метровъ. Наибольшее поднятіе 50 кил., а наиб. горизонтальное перемѣщеніе—100 кило. Время полета будетъ вдвое больше.

При 14 дюймовомъ орудіи, длинѣ его въ 10 метровъ и снарядѣ (ядрѣ) вѣсомъ въ 1 тонну, найдемъ, что среднее давленіе въ пушкѣ на кв. сант. составитъ около 1.250 килогр., или 1.250 атмосферъ. При удвоенной же скорости ядра среднее давленіе достигаетъ 5.000 атмосферъ. Максимальное, конечно, гораздо больше. Слѣдовательно, въ пушкѣ давленіе близко къ давленію, принятому нами въ „ракетѣ“ (5 тысячъ атм.).

Принявъ въ нашей пушкѣ массу взрывчатыхъ веществъ въ 1 тонну, а время движенія ядра въ каналѣ въ $^1/_{25}$ сек. (окончательная скорость 500 метровъ), найдемъ, что, въ среднемъ, въ секунду расходуется 25 тоннъ.

Въ нашей же „ракетѣ“ только 45 килогр., т. е. въ 555 разъ меньше. Понятно, что и массивность ракетной взрывной трубы небольшая.

Во взрывной трубѣ „ракеты“ выбрасываются не тяжелыя ядра, а только молекулы газовъ. Естественно, что скорость ихъ гораздо больше скорости ядеръ и достигаетъ 5 километровъ въ секунду. Такого же порядка и скорость получаемая „ракетой“. Горячіе газы отдаютъ свою работу пушечному ядру далеко не въ полномъ видѣ, но только пока находятся въ пушечномъ каналѣ. Выходя изъ него, они еще имѣютъ громадную упругость и высокую температуру, что доказывается громомъ и свѣтомъ орудійнаго выстрѣла. Постепено расширяющаяся взрывная труба „ракеты“ настолько длинна, что температура и упругость выходящихъ изъ раструба газовъ совершенно ничтожна. Такимъ образомъ, въ „ракетѣ“ энергія химической реакціи используется почти безъ остатка.

К. Ціолковскій.

Для справокъ перечислю тутъ мои главныя работы.

1891 г. **Давленіе жидкости на плоскость** (13 стр.) Москва. Труды Общества Любителей Естествознанія. Физич. Отдѣл.; томъ IV. (Математика и опыты).

Какъ предохранить нѣжныя вещи отъ толчковъ (4 стр.). Тамъ-же.

1892 г. **Аэростатъ металлическій управляемый**, 1 вып., 83 стр. Москва. Отдѣльное изданіе. (Матем.).

1893 г. **То-же.** Вып. 2-й (116 стр. и табл. чертежей. (Математика).

На лунѣ. 48 стр. Въ журналѣ „Вокругъ свѣта". Москва.

Тяготѣніе, какъ источникъ міровой энергіи (22 стр.). С.-Петерб. Научное Обозрѣніе.

Возможенъ-ли металлическій аэростатъ. „Наука и Жизнь". № 51—52. Москва. (Цѣна **5** коп.).

1895 г. **Грезы о землѣ и небѣ**. 143 стр.; Москва. отд. изд.

Аэропланъ. Наука и Жизнь. 46 стр.; Москва. (Математика).

1896 г. **Желѣзный управляемый аэростатъ на 200 человѣкъ**. Отд. изд. форм. газ. листа, съ табл. чертежей, Калуга. (Цѣна **15** коп.).

Можетъ-ли когда земля заявить жителямъ другихъ планетъ о существованіи на ней разумныхъ существъ. Калужскій Вѣстникъ. № 68.

1897 г. **Продолжительность лучеиспусканія звѣздъ**. Научное обозрѣніе. 16 стр. С.-Петерб. (Матем.).

1898 г. **Самостоятельное горизонт. движеніе управляемаго аэростата**. Одесса. Вѣстникъ Опытной Физики. 22 стр. (Матем.).

1899 г. **Давленіе воздуха на поверхность**. Вѣстникъ Оп. Физ. 32 стр. Одесса. (Математика и опыты).

Простое ученіе о воздушномъ караблѣ. Москва. Общедоступный Техникъ. 102 стр.; съ табл. чертежей. (Цѣна **50** коп.).

1900 г. **Успѣхи воздухоплаванія въ XIX вѣкѣ**. С.-Петерб. Научное Обозр. 10 стр.

1901 г. **Вопросы воздуплаванія**. Научн. Обозр. 18 стр.

1903 г. **Изслѣдованіе міровыхъ пространствъ реактивными приборами**. Научн. Об. 31 стр. Часть 1-я. (Много математики).

Сопротивленіе воздуха. Науч. Обозр. 22 стр. (Опыты).

1904 г. **Простое ученіе о воздушномъ кораблѣ**. Отличается отъ 1-го изданія предисловіемъ въ 16 стр. Калуга. (Цѣна **50** коп.).

1905 г. **Металлическій воздушный корабль**. Знаніе и Искусство. № 8. С.-Петерб.

1906—8 г. **Аэростатъ и аэропланъ**. „Воздухоплаватель", 247 стр. С.-Петерб. (Много математики).

1910 г. **Металлическій мѣшокъ, измѣняющій объемъ и форму**. С.-Петер. Всемірное Технич. Обозрѣніе, № 3. (Цѣна **5** коп.).

Металлическій аэростатъ; его выгоды и преимущества. „Воздухоплаватель“. № 11. **То-же,** приблиз., помѣщено въ журналѣ „Аэро“. С.-Петерб.

Реактивный приборъ. „Воздухоплаватель“. № 2.

1911 г. **Защита аэроната.** 8 стр. (Цѣна **10** коп.).

Устройство летательнаго аппарата птицъ и насѣкомыхъ. „Техника Воздухоплаванія“. С.-Петерб. 12 стр (Цѣна **20** коп.).

1911—12 г. **Изслѣдованіе міровыхъ пространствъ реактивными приборами.** С.-Петерб. „Вѣстникъ воздухоплаванія“. Около 60 стр. №№ 18—22 и 2—9. (Матем.). Часть II-я.

1913 г. **Первая модель чисто металлическаго аэроната.** 16 стр. (Ц. **15** к.).

1914 г. **Простѣйшій проектъ металлическаго аэроната.** 8 стр. (Ц. **10** к.).

Изслѣдованіе міровыхъ пространствъ реактивными приборами. Часть III-я. 16 стр. (Цѣна **15** коп.).

Достать можно у меня и у П. П. Каннингъ, (Калуга, Никитскій пер.) только тѣ брошюры, цѣна которыхъ тутъ выставлена (съ пересылкой).
